

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
 United States Patent and Trademark  
 Office  
 Box PCT  
 Washington, D.C.20231  
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 24 July 2000 (24.07.00)	
International application No. PCT/AT99/00311	Applicant's or agent's file reference 24742/ab
International filing date (day/month/year) 21 December 1999 (21.12.99)	Priority date (day/month/year) 21 December 1998 (21.12.98)
Applicant BALDEMAIR, Robert	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

09 June 2000 (09.06.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer  Kiwa Mpay  Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESEN

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

GIBLER, Ferdinand  
Dorotheergasse 7  
A-1010 Wien  
AUTRICHE

PA DR. F. GIBLER  
EINGETRACHTET

26. März 2001

FRIST:

PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG  
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNGSBERICHTS  
(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr)

23.03.2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
24742/re

## WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen  
PCT/AT99/00311

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)  
21/12/1999

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)  
21/12/1998

Anmelder

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

#### 4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung  
beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt  
D-80298 München  
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d  
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Barrio Baranano, A

Tel. +49 89 2399-8621



Translation  
09/868706

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 24742/ab	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/AT99/00311	International filing date (day/month/year) 21 December 1999 (21.12.99)	Priority date (day/month/year) 21 December 1998 (21.12.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04L 27/26		
Applicant TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON		

RECEIVED  
NOV 29 2001  
Technology Center 2600

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.
- ☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
- These annexes consist of a total of 4 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 09 June 2000 (09.06.00)	Date of completion of this report 23 March 2001 (23.03.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/AT99/00311

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 3-9, as originally filed,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 pages 1,2,2a, filed with the letter of 27 January 2001 (27.01.2001),  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_, as originally filed,  
 Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 Nos. 1-4, filed with the letter of 27 January 2001 (27.01.2001),  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/2,2/2, as originally filed,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/AT 99/00311

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-4	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-4	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-4	YES
	Claims		NO

## 2. Citations and explanations

1. According to the specified title, the international application PCT/AT99/00311 is directed to a method for transmitting data blocks with guard intervals that have no prefixes, and for demodulating the data blocks using a fast Fourier transform with a length which is greater than or equal to the symbol period. Claim 1 relates to a method for transmitting data using a multiple-carrier process.
2. The **prior art** is discussed in detail by the applicant in the description (see in particular pages 1 and 2) and represented in the preamble of Claim 1. The features of the preamble of Claim 1 are found in US-A-5 357 502 (document **D1**), which discloses a method for transmitting data using a multiple-carrier process, wherein data is gathered in a transmitter in the form of transmission blocks with the same number M of information symbols to produce a transmission signal, which signal is modulated using an inverse fast Fourier transform (IFFT) of transform length M and then transmitted, and then demodulated in a receiver using a fast Fourier transform (FFT). At the transmitter end a guard interval is inserted between each pair of transmission blocks and transmitted with them to allow

equalisation at the receiver end, the guard interval length  $P$  being greater than or equal to the memory length of the transmission channel. The demodulation in the receiver is effected using a fast Fourier transform (FFT) with a receiver transform length  $L$  which is greater than or equal to the total of the transform length  $M$  and the guard interval length  $P$ .

The drawback with the prior art is explained in the description (page 1, line 26 - page 2, first paragraph; also in the last paragraph of text on page 3). To avoid interference phenomena, in particular an overlap between two successive blocks at the receiver end, a guard interval has to be inserted between each pair of blocks at the transmitter end. To simplify equalisation by FFT in the receiver, each guard interval contains a cyclic prefix consisting of a number of repeated data items from each block. However, the *advantage* of relatively simple equalisation entails a *drawback* inasmuch as the prefix contains data that takes up a portion of the available transmission capacity but does not add to the information content.

3. Thus the **problem addressed by the invention** (see page 2, third paragraph from the bottom) is that of providing a method which allows receiver-end equalisation of the transmitted signal without requiring the transmission of information that cannot be used, thereby increasing the available transmission capacity.
4. This problem is solved by the advantageous interaction of the technical features defined in Claim 1. The method according to Claim 1 is illustrated in Figure 3. The characterising part of Claim 1 states that the method is **characterised in that** the transmission signal values in

the guard intervals have a signal amplitude of zero.

The method defined in Claim 1 has advantageous effects as outlined in the description (page 2, last paragraph, to page 2A, first paragraph).

5. The full combination of all the technical features of Claim 1 is **not disclosed** in any of the documents cited in the international search report. The subject matter of Claim 1 therefore meets the requirement of novelty (PCT Article 33(1) and (2)).

Moreover, the subject matter of Claim 1 is not suggested by D1 or by any of the other documents cited in the international search report. The claimed subject matter therefore meets the requirement of inventive step (PCT Article 33(1) and (3)).

The subject matter of Claim 1 is industrially applicable in, for example, multiple-carrier processes such as DMT (Discrete Multitone) on a transmission channel. Hence the requirement of industrial applicability (PCT Article 33(1) and (4)) is also met.

6. Dependent Claims 2-4 define special embodiments of the method according to Claim 1 which also meet the requirements of novelty, inventive step and industrial applicability (PCT Article 33(2)-(4)).

VERTRAG ÜBER INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM  
GEBIET DES PATENTWESENS

PCT



INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 24742/re	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/AT99/00311	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 21/12/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 21/12/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04L27/26		
Anmelder TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
 Diese Anlagen umfassen insgesamt 4 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  09/06/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  23.03.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Keller, M  Tel. Nr. +49 89 2399 8807 

**I. Grundlage des Berichts**

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

**Beschreibung, Seiten:**

3-9                      ursprüngliche Fassung

1,2,2A                eingegangen am                      27/01/2001    mit Schreiben vom    23/01/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

1-4                      eingegangen am                      27/01/2001    mit Schreiben vom    23/01/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1/2,2/2                ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,      Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-4
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-4
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-4
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

**Zu SEKTION V:**

- 1). Die internationale Anmeldung PCT/AT99/00311 ist laut festgesetztem Titel gerichtet auf ein Verfahren zur Übertragung von Datenblöcken ohne Prefix im Guard-Intervall und die mittels FFT mit einer Länge grösser oder gleich der Symboldauer demoduliert werden.  
Der Anspruch 1 beansprucht ein Verfahren zur Übertragung von Daten durch ein Mehrträgerverfahren.
- 2). Der **Stand der Technik** wird ausführlich von der Anmelderin in der Beschreibung (siehe insbesondere Seiten 1 und 2) gewürdigt und im Oberbegriff des Anspruchs 1 abgebildet. Die Merkmale des Oberbegriffs des Anspruchs 1 sind dem Dokument **D1** = US-A-5 357 502 entnehmbar. D1 offenbart demnach ein Verfahren zur Übertragung von Daten durch ein Mehrträgerverfahren, bei dem die Daten in einem Sender als Sende-Blöcke mit gleicher Anzahl  $M$  an Informationssymbolen zu einem Sendesignal zusammengefaßt, durch eine Inverse-Fast-Fourier-Transformation (IFFT) der Transformationslänge  $M$  moduliert und übertragen werden, und in einem Empfänger durch Fast-Fourier-Transformation (FFT) demoduliert werden,  
wobei senderseitig zwischen den Sende-Blöcken jeweils ein Guard-Intervall für die empfängerseitige Entzerrung eingefügt und mitübertragen wird, welches Guard-Intervall eine Länge  $P$  aufweist, die größer oder gleich der Gedächtnislänge des Übertragungskanals ist,  
und wobei die Demodulation im Empfänger mittels Fast-Fourier-Transformation (FFT) mit einer Empfangs-Transformationslänge  $L$  erfolgt, die größer oder gleich der Summe der Transformationslänge  $M$  und der Länge  $P$  des Guard-Intervalls ist.

Der Nachteil im Stand der Technik wird auf Seite 1, Zeile 26, bis Seite 2, erster Absatz, als auch auf Seite 3, letzter Text-Absatz, erläutert. Zur Vermeidung von Interferenzerscheinungen, d.h. insbesondere um eine Überlappung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Blöcken auf der Empfangsseite zu vermeiden, muß senderseitig zwischen den einzelnen Blöcken ein Guard-Intervall eingefügt werden. Zwecks einfacher Entzerrung unter Anwendung der FFT im Empfänger

wird dazu im Guard-Intervall ein zyklisches Prefix mitübertragen, das aus einer Anzahl von wiederholten Daten jedes Blocks besteht. Der *Vorteil* der relativ einfachen Entzerrung bringt jedoch den *Nachteil* der im Prefix ohne Informationsgewinn übertragenen Daten mit sich, die einen Teil der zur Verfügung stehenden Sendeleistung für sich beanspruchen.

- 3). Die **Aufgabe der Erfindung** (siehe Seite 2, drittletzter Absatz) ist es daher, ein Verfahren anzugeben, mit dem eine empfängerseitige Entzerrung des übertragenen Sendesignals ohne Übertragung von nicht verwertbarer Information und damit eine Erhöhung der für die Datenübertragung verfügbaren Sendeleistung ermöglicht wird.
- 4). Die Aufgabe der Erfindung wird durch das vorteilhafte Zusammenwirken der im Anspruch 1 genannten technischen Merkmalen gelöst. Das Verfahren des Anspruchs 1 wird in der Figur 3 illustriert.  
Das Kennzeichen des Anspruchs 1 lautet, daß das Verfahren **dadurch gekennzeichnet** ist,  
daß die im Guard-Intervall enthaltenen Signalwerte des Sendesignals eine Signalamplitude von Null aufweisen.

Das im Anspruch 1 beschriebene Verfahren entfaltet vorteilhafte Wirkungen, wie auf Seite 2 (letzter Absatz) bis Seite 2A (erster Absatz) der Beschreibung erläutert.

- 5). Die Gesamtheit aller technischen Merkmale des Anspruchs 1 wird durch **kein** Dokument des internationalen Recherchenberichts alleine offenbart. Der Gegenstand des Anspruchs 1 erfüllt somit das Kriterium der Neuheit (Art. 33 (1) und (2) PCT).  
Weiterhin legen weder das Dokument D1 noch die restlichen im internationalen Recherchenbericht genannten Dokumente den Gegenstand des Anspruchs 1 nahe. Somit sind die Anforderungen hinsichtlich einer erfinderischen Tätigkeit des beanspruchten Gegenstandes erfüllt (Artikel 33 (1) und (3) PCT).

Gewerblich anwendbar ist der Gegenstand des Anspruchs 1 u.a. für Mehrträgerverfahren, z.B. DMT (Discrete Multitone) in einem Übertragungskanal.

Folglich sind die Bedingungen des Artikels 33 (1) und (4) PCT hinsichtlich der gewerblichen Anwendbarkeit erfüllt.

- 6). Die abhängigen Ansprüche 2 bis 4 definieren spezielle Auslegungen des Verfahrens gemäß Anspruch 1, welche gleichfalls den Anforderungen hinsichtlich Neuheit, erfinderischer Tätigkeit und gewerblicher Anwendbarkeit genügen (Art. 33 (2) bis (4) PCT).

**Verfahren zur Übertragung von Datenblöcken ohne Prefix im Guard-Intervall und die mittels FFT mit einer Länge größer oder gleich der Symboldauer demoduliert werden**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von Daten durch ein Mehrträgerverfahren, z.B. DMT (Discrete Multitone) in einem Übertragungskanal, bei dem die Daten in einem Sender als Sende-Blöcke mit gleicher Anzahl  $M$  an Informationssymbolen zu einem Sendesignal zusammengefaßt, durch eine Inverse-Fast-Fourier-Transformation (IFFT) der Transformationslänge  $M$  moduliert und übertragen werden, und in einem Empfänger durch Fast-Fourier-Transformation (FFT) demoduliert werden, wobei senderseitig zwischen den Sende-Blöcken jeweils ein Guard-Intervall für die empfängerseitige Entzerrung eingefügt und mitübertragen wird, welches Guard-Intervall eine Länge  $P$  aufweist, die größer oder gleich der Gedächtnislänge des Übertragungskanals ist, und wobei die Demodulation im Empfänger mittels Fast-Fourier-Transformation (FFT) mit einer Empfangs-Transformationslänge  $L$  erfolgt, die größer oder gleich der Summe der Transformationslänge  $M$  und der Länge  $P$  des Guard-Intervalls ist.

Viele der bekannten Übertragungsverfahren nutzen den verfügbaren Frequenzbereich eines Übertragungskanals durch geeignete Modulation der zu übertragenden Daten. So wird bei einer Frequenzmultiplex-Übertragung eine Unterteilung in mehrere Frequenzlagen vorgenommen, über welche die Information übertragen wird. Verfahren dieser Art sind unter den Bezeichnungen Mehrträgerverfahren, Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM) und Discrete Multitone-Verfahren (DMT) bekanntgeworden.

Dabei ist ein vorgegebenes breites Frequenzband in sehr viele schmale Subkanäle unterteilt, über die die Daten übertragen werden. Zu diesem Zweck werden die Daten in einem Sender zu Informationsblöcken gleicher Länge zusammengefaßt und durch eine Inverse-Fast-Fourier-Transformation (IFFT) moduliert, die eine Filterung der Subkanäle mit frequenzverschobenen Versionen eines Prototypfilters bewirkt. Der dabei entstehende Sendeblock wird vom Sender seriell auf die Übertragungsleitung ausgegeben. Infolge des Gedächtnisses des dispersiven Übertragungskanals kommt es auf der Empfangsseite im allgemeinen zu einer Interferenz zwischen aufeinanderfolgenden Blöcken. Um eine Überlappung auf Empfängerseite zu vermeiden, muß senderseitig zwischen den einzelnen Blöcken ein Guard-Intervall eingefügt werden. Die Demodulation der Daten erfolgt im Empfänger durch eine Fast-Fourier-Transformation (FFT), wobei die Eingangsabstastwerte

blockweise in Spektralwerte transformiert werden. Die Entzerrung kann bei Anwendung der FFT im Empfänger wesentlich vereinfacht werden, wenn im Guard-Intervall ein zyklisches Prefix mitübertragen wird, das aus einer Anzahl von wiederholten Daten jedes Blocks besteht, die zeitlich vor dem Block innerhalb des Guard-Intervalls übertragen werden. Die Transformationslänge  $L$  der FFT ist dabei gleich der Länge  $M$  der gesendeten Datenblöcke. Um eine wirksame Entzerrung zu erhalten, muß das Guardintervall bzw. das zyklische Prefix größer oder gleich der Gedächtnislänge des Kanals sein. Der Vorteil der relativ einfachen Entzerrung bringt jedoch den Nachteil der im Prefix-Signal ohne Informationsgewinn übertragenen Daten mit sich, die einen Teil der zur Verfügung stehenden Sendeleistung für sich beanspruchen.

Bei dem in der US 5 357 502 A angegebenen OFDM-Verfahren für die Funkübertragung von Daten geschieht die Übertragung der Information mittels  $N$  orthogonaler Trägerfrequenzen, die durch eine Inverse-Fast-Fourier-Transformation moduliert werden. Zur Vermeidung von Interferenzen zwischen den einzelnen Trägerfrequenzen sind die Zeitfenster dieser Filter nicht wie bei herkömmlichen OFDM-Verfahren rechteckig sondern nach dem Nyquist-Kriterium gewählt. Dabei sind jeweils  $N$  Datenwerte entsprechend der Trägerfrequenz-Anzahl zu Informationsblöcken zusammengefaßt. In Fig. 4 dieses Dokuments ist das bei der Übertragung verwendete Nyquist-Fenster gezeigt, wobei zwischen den Sende-Blöcken ein Guard-Intervall freigelassen ist, in welchem ein Prefix mit nicht verwertbarer Information mitübertragen wird.

Weiters geht aus der EP 0 682 426 A ein OFDM-Übertragungssystem mit Fast-Fourier-Transformation (FFT) und Quadratur-Amplitudenmodulation (QAM) hervor, wobei im Guard-Intervall jedes übertragenen Informationsblockes ein Pilotton zusammen mit einem Teil der Blockinformation übertragen wird.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit dem eine empfängerseitige Entzerrung des übertragenen Sendesignals ohne Übertragung von nicht verwertbarer Information und damit eine Erhöhung der für die Datenübertragung verfügbaren Sendeleistung ermöglicht wird.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß die im Guard-Intervall enthaltenen Signalwerte des Sendesignals eine Signalamplitude von Null aufweisen.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß im Guard-Intervall kein Signal bzw. keine Leistung gesendet werden muß, wodurch die mittlere

Sendeleistung reduziert wird, zugleich aber die Entzerrung des übertragenen Signals mit relativ geringem Aufwand durchgeführt werden kann. Daher kann bei Annahme einer vorgegebenen Leistungsdichte innerhalb eines Übertragungskanals die Sendeleistung für die Informationsblöcke erhöht werden.

In vorteilhafter Weise kann die Demodulation gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dadurch erfolgen, daß im Empfänger das Empfangssignal in Blöcke der Blocklänge  $M+P$  segmentiert wird, und daß jeder dieser Blöcke durch Anhängen von Nullen auf die Empfangs-Transformationslänge  $L$  verlängert wird.

In weiterer Ausbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Empfangs-Transformationslänge  $L$  der Fast-Fourier-Transformation (FFT) gleich der doppelten Transformationslänge  $2M$  ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, daß das Guard-Intervall jeweils vor oder nach einem Sende-Block gesendet wird.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand des in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels eingehend erläutert. Es zeigt dabei

Fig.1 ein Sendesignal bei Verwendung eines zyklischen Prefixes gemäß Stand der Technik;

Fig.2 Zerlegung eines, durch das Sendesignal gemäß Fig.1 hervorgerufenen Empfangssignals in Blöcke der Länge  $M$ ;

Fig.3 ein prefix-freies Sendesignal gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig.4 Zerlegung eines, durch das Sendesignal gemäß Fig.3 hervorgerufenen Empfangssignals in Blöcke der Länge  $M+P$  und

Fig.5 Demodulation des Empfangssignals gemäß Fig.4 durch eine FFT der Länge  $2M$ .

(Weiter auf Seite 3 der ursprünglichen Beschreibung)

Internationale Patentanmeldung PCT/AT99/00311  
Anmelder: Telefonieaktiebolaget LM Ericsson et al.

## NEUE PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Übertragung von Daten durch ein Mehrträgerverfahren, z.B. DMT (Discrete Multitone) in einem Übertragungskanal, bei dem die Daten in einem Sender als Sende-Blöcke mit gleicher Anzahl  $M$  an Informationssymbolen zu einem Sendesignal zusammengefaßt, durch eine Inverse-Fast-Fourier-Transformation (IFFT) der Transformationslänge  $M$  moduliert und übertragen werden, und in einem Empfänger durch Fast-Fourier-Transformation (FFT) demoduliert werden, wobei senderseitig zwischen den Sende-Blöcken jeweils ein Guard-Intervall für die empfängerseitige Entzerrung eingefügt und mitübertragen wird, welches Guard-Intervall eine Länge  $P$  aufweist, die größer oder gleich der Gedächtnislänge des Übertragungskanals ist, und wobei die Demodulation im Empfänger mittels Fast-Fourier-Transformation (FFT) mit einer Empfangs-Transformationslänge  $L$  erfolgt, die größer oder gleich der Summe der Transformationslänge  $M$  und der Länge  $P$  des Guard-Intervalls ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die im Guard-Intervall enthaltenen Signalwerte des Sendesignals eine Signalamplitude von Null aufweisen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Empfänger das Empfangssignal in Blöcke der Blocklänge  $M+P$  segmentiert wird, und daß jeder dieser Blöcke durch Anhängen von Nullen auf die Empfangs-Transformationslänge  $L$  verlängert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Empfangs-Transformationslänge  $L$  der Fast-Fourier-Transformation (FFT) gleich der doppelten Transformationslänge  $2.M$  ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Guard-Intervall jeweils vor oder nach einem Sende-Block gesendet wird.

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>24742/ab</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/AT 99/ 00311</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>21/12/1999</b>
(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>21/12/1998</b>	
Anmelder  <b>TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON et al.</b>	

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

#### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

#### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**VERFAHREN ZUR ÜBERTRAGUNG VON DATENBLÖCKEN OHNE PREFIX IM GUARD-INTERVALL UND DIE MITTELS FFT MIT EINER LÄNGE GRÖßER ODER GLEICH DER SYMBOLDAUER DEMODULIERT WERDEN**

#### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. \_\_\_\_\_

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☒ keine der Abb.

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 H04L27/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 357 502 A (CASTELAIN DAMIEN ET AL) 18. Oktober 1994 (1994-10-18) Spalte 2, Zeile 26 - Zeile 28 Spalte 5, Zeile 11 - Zeile 14 Spalte 5, Zeile 59 - Zeile 62 Spalte 7, Zeile 48 - Zeile 52 Abbildung 4	1-4
Y	---	5
Y	EP 0 682 426 A (VICTOR COMPANY OF JAPAN) 15. November 1995 (1995-11-15) Spalte 8, Zeile 30 - Zeile 38 Spalte 9, Zeile 18 - Zeile 20 ---	5
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>o</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Mai 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15/05/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Moreno, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 96 41458 A (THOMSON BRANDT GMBH ;MUSCHALLIK CLAUS (DE); ARMBRUSTER VEIT (DE)) 19. Dezember 1996 (1996-12-19) Seite 4 Abbildungen 3A,3B,3C ----	1-5
A	WO 98 51049 A (BRITISH BROADCASTING CORP ;MOSS PETER NEIL (GB)) 12. November 1998 (1998-11-12) Seite 7, Zeile 13 - Zeile 15 Seite 11, Zeile 3 - Zeile 17 -----	1,3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

/AT 99/00311

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5357502	A	18-10-1994	FR 2658018 A	09-08-1991
			DE 69109323 D	08-06-1995
			DE 69109323 T	04-01-1996
			EP 0441732 A	14-08-1991
-----				
EP 0682426	A	15-11-1995	JP 2790239 B	27-08-1998
			JP 7327023 A	12-12-1995
			EP 0982907 A	01-03-2000
			EP 0982908 A	01-03-2000
			JP 2874729 B	24-03-1999
			JP 8032546 A	02-02-1996
			US 5732068 A	24-03-1998
			US 5657313 A	12-08-1997
-----				
WO 9641458	A	19-12-1996	DE 19520353 A	12-12-1996
			BR 9608613 A	29-06-1999
			CN 1186583 A	01-07-1998
			EP 0830771 A	25-03-1998
			JP 11506590 T	08-06-1999
-----				
WO 9851049	A	12-11-1998	AU 7225998 A	27-11-1998
			EP 0979567 A	16-02-2000
			GB 2324936 A	04-11-1998
-----				

PCT

ORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :</b> <b>H04L 27/26</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> WO 00/38387 <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 29. Juni 2000 (29.06.00)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/AT99/00311 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 21. Dezember 1999 (21.12.99) <b>(30) Prioritätsdaten:</b> A 2128/98 21. Dezember 1998 (21.12.98) AT <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON [SE/SE]; Telefonvägen 30, S-126 25 Stockholm (SE). <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> BALDEMAIR, Robert [AT/AT]; Anton-Denglergasse 22/22, A-1210 Wien (AT). <b>(74) Anwalt:</b> GIBLER, Ferdinand; Dorotheergasse 7, A-1010 Wien (AT).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AE, AL, AM, AT, AT (Gebrauchsmuster), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, CZ (Gebrauchsmuster), DE, DE (Gebrauchsmuster), DK, DK (Gebrauchsmuster), DM, EE, EE (Gebrauchsmuster), ES, FI, FI (Gebrauchsmuster), GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KR (Gebrauchsmuster), KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (Gebrauchsmuster), SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
<b>(54) Title:</b> METHOD FOR TRANSMITTING DATA BLOCKS WITHOUT PREFIX IN THE GUARD INTERVAL, SAID DATA BLOCKS ARE DEMODULATED BY MEANS OF FFT WITH A LENGTH GREATER OR EQUAL THE SYMBOL PERIOD <b>(54) Bezeichnung:</b> VERFAHREN ZUR ÜBERTRAGUNG VON DATENBLÖCKEN OHNE PREFIX IM GUARD-INTERVALL UND DIE MITTELS FFT MIT EINER LÄNGE GRÖßER ODER GLEICH DER SYMBOLDAUER DEMODULIERT WERDEN <b>(57) Abstract</b> <p>The invention relates to a method for transmitting data by a multi-carrier method, e.g. DMT (discrete multitone). The data is combined in a transmitter into blocks having the same number of information symbols (M). Said data is modulated and transmitted by an inverse fast Fourier transformation (IFFT) and demodulated in a receiver by a fast Fourier transformation (FFT). An equalising guard interval in the receiver is co-transmitted and fitted into the transmitter between the respective blocks. The guard interval is greater than or equal to the memory length of the transmission channel and is transmitted without any signals or prefix and demodulation is carried out in the receiver by means of fast Fourier transformation (FFT) with a length (L) which is greater than or equal to the sum of the information block length (M) and the length (P) of the guard interval.</p> <b>(57) Zusammenfassung</b> <p>Verfahren zur Übertragung von Daten durch ein Mehrträgerverfahren, z.B. DMT (Discrete Multitone), bei dem die Daten in einem Sender zu Blöcken mit gleicher Anzahl an Informationssymbolen (M) zusammengefaßt, durch eine Inverse-Fast-Fourier-Transformation (IFFT) moduliert und übertragen werden, und in einem Empfänger durch Fast-Fourier-Transformation (FFT) demoduliert werden, wobei senderseitig zwischen den Blöcken jeweils ein Guard-Intervall für die empfängerseitige Entzerrung eingefügt und mitübertragen wird, welches Guard-Intervall größer oder gleich der Gedächtnislänge des Übertragungskanals ist, und wobei das Guard-Intervall signalfrei bzw. ohne Prefix übertragen wird und die Demodulation im Empfänger mittels Fast-Fourier-Transformation (FFT) mit einer Länge (L) erfolgt, die größer oder gleich der Summe der Informationsblocklänge (M) und der Länge (P) des Guard-Intervalls ist.</p>		

Viele der bekannten Übertragungsverfahren nutzen den verfügbaren Frequenzbereich eines Übertragungskanal durch geeignete Modulation der zu übertragenden Daten. So wird bei einer Frequenzmultiplex-Übertragung eine Unterteilung in mehrere Frequenzlagen vorgenommen, über welche die Information übertragen wird. Verfahren dieser Art sind unter den Bezeichnungen Mehrträgersverfahren, Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM) und Discrete Multitone-Verfahren (DMT) bekanntgeworden.

Dabei ist ein vorgegebenes breites Frequenzband in sehr viele schmale Subkanäle unterteilt, über die die Daten übertragen werden. Zu diesem Zweck werden die Daten in einem Sender zu Informationsblöcken gleicher Länge zusammengefaßt und durch eine Inverse-Fast-Fourier-Transformation (IFFT) moduliert, die eine Filterung der Subkanäle mit frequenzverschobenen Versionen eines Prototypfilters bewirkt. Der dabei entstehende Sendeblock wird vom Sender seriell auf die Übertragungsleitung ausgegeben. Infolge des Gedächtnisses des dispersiven Übertragungskanal kommt es auf der Empfangsseite im allgemeinen zu einer Interferenz zwischen aufeinanderfolgenden Blöcken. Um eine Überlappung auf Empfängerseite zu vermeiden, muß senderseitig zwischen den einzelnen Blöcken ein Guard-Intervall eingefügt werden. Die Demodulation der Daten erfolgt im Empfänger durch eine Fast-Fourier-Transformation (FFT), wobei die Eingangsabstastwerte blockweise in Spektralwerte transformiert werden. Die Entzerrung kann bei Anwendung der FFT im Empfänger wesentlich vereinfacht werden, wenn im Guard-Intervall ein zyklisches Prefix mitübertragen wird, das aus einer Anzahl von wiederholten Daten jedes Blocks besteht, die zeitlich vor dem Block innerhalb des Guard-Intervalls übertragen werden. Die Transformationslänge  $L$  der FFT ist dabei gleich der Länge  $M$  der gesendeten Datenblöcke. Um eine wirksame Entzerrung zu erhalten, muß das Guardintervall bzw. das zyklische Prefix größer oder gleich der Gedächtnislänge des Kanals sein. Der Vorteil der relativ einfachen Entzerrung bringt jedoch den Nachteil der im Prefix-Signal ohne Informationsgewinn übertragenen Daten mit sich, die einen Teil der zur Verfügung stehenden Sendeleistung für sich beanspruchen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit dem eine empfängerseitige Entzerrung des übertragenen Sendesignals ohne Übertragung von nicht verwertbarer Information und damit eine Erhöhung der für die Datenübertragung verfügbaren Sendeleistung ermöglicht wird.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß das Guard-Intervall signalfrei bzw. ohne Prefix übertragen wird, und daß die Demodulation im Empfänger mittels Fourier-Transformation (FFT) mit einer Länge  $L$  erfolgt, die größer oder gleich der Summe der Informationsblocklänge  $M$  und der Länge  $P$  des Guard-Intervalls ist.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß im Guard-Intervall kein Signal bzw. keine Leistung gesendet werden muß, wodurch die mittlere Sendeleistung reduziert wird, zugleich aber die Entzerrung des übertragenen Signals mit relativ geringem Aufwand durchgeführt werden kann. Daher kann bei Annahme einer vorgegebenen Leistungsdichte innerhalb eines Übertragungskanals die Sendeleistung für die Informationsblöcke erhöht werden. Alternativ dazu kann gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen sein, daß im Guard-Intervall ein Nutzsignal, z.B. Pilottöne, übertragen wird, was für die Taktrückgewinnung von Vorteil ist.

In vorteilhafter Weise kann die Demodulation gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dadurch erfolgen, daß der jeweils im Empfänger zu transformierende, die Länge  $M+P$  aufweisende Informationsblock durch Anhängen von Nullen auf die Transformationslänge  $L$  verlängert wird.

In weiterer Ausbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Transformationslänge  $L$  der Fast-Fourier-Transformation (FFT) gleich der doppelten Informationsblocklänge  $2 \cdot M$  ist. Für diesen Fall ist eine sehr effiziente Implementierung möglich.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, daß das Guardintervall jeweils vor oder nach einem Informationsblock gesendet wird.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand des in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels eingehend erläutert. Es zeigt dabei

Fig.1 ein Sendesignal bei Verwendung eines zyklischen Prefixes gemäß Stand der Technik;

Fig.2 Zerlegung eines, durch das Sendesignal gemäß Fig.1 hervorgerufenen Empfangssignals in Blöcke der Länge  $M$ ;

Fig.3 ein prefix-freies Sendesignal gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig.4 Zerlegung eines, durch das Sendesignal gemäß Fig.3 hervorgerufenen Empfangssignals in Blöcke der Länge  $M+P$  und

Fig.5 Demodulation des Empfangssignals gemäß Fig.4 durch eine FFT der Länge  $2M$ .



$$= [a_0^T \langle \overset{M-1}{\underset{M-P}{M}} \rangle \ a_0^T \ a_M^T \langle \overset{M-1}{\underset{M-P}{M}} \rangle \ a_M^T \ \dots] \quad (2)$$

Die Notation  $a_0^T \langle \overset{M-1}{\underset{M-P}{M}} \rangle$  bedeutet die Elemente  $M-P$  bis  $M-1$  des Vektors  $a_0$ . In

*Fig. 1* wird das Sendesignal bei Verwendung eines zyklischen Prefixes graphisch dargestellt.

Das Empfangssignal  $y_n$  ist die Faltung aus Sendesignal und Kanal.

$$y_n = \{s_k * h_k\}(n) = \sum_{k=0}^P h_k s_{n-k} \quad (3)$$

$h_k$  ist der Kanal und besitzt  $P+1$  Koeffizienten. Der Empfänger spaltet die Eingangssequenz in Blöcke der Länge  $M+P$  auf und verwirft von jedem Block die ersten  $P$  Werte, siehe *Fig. 2*.

$$\begin{aligned} y_P^T &= [y_P \quad y_{P+1} \quad \dots \quad y_{M+P-1}] \\ y_{M+2P}^T &= [y_{M+2P} \quad y_{M+2P+1} \quad \dots \quad y_{2M+2P-1}] \\ &\vdots \\ y_{m(M+P)+P}^T &= [y_{m(M+P)+P} \quad y_{m(M+P)+P+1} \quad \dots \quad y_{(m+1)(M+P)-1}] \\ &\vdots \end{aligned}$$

Der  $m$ -te Block besitzt einen Indizesbereich von  $n = m(M+P) + P, m(M+P) + P + 1, \dots, (m+1)(M+P) - 1$ . Auf jeden dieser Blöcke wird nun eine Fast Fourier Transformation (FFT) der Länge  $M$  angewendet. Für den Block  $m$  ergibt sich

$$Y_l = \text{FFT}_M \{y_{m(M+P)+P}\}(l) \quad (4)$$

$$= \sum_{n=0}^{M-1} y_{m(M+P)+P+n} e^{-j \frac{2\pi}{M} nl} \quad (5)$$

$$= \sum_{n=0}^{M-1} \sum_{k=0}^P h_k s_{m(M+P)+P+n-k} e^{-j \frac{2\pi}{M} nl} \quad n' = n - k \quad (6)$$

$$= \sum_{k=0}^P h_k \sum_{n'=-k}^{-k+M-1} s_{m(M+P)+P+n'} e^{-j \frac{2\pi}{M} (n'+k)l} \quad n = n' \quad (7)$$

$$= \sum_{k=0}^P h_k e^{-j \frac{2\pi}{M} kl} \sum_{n=-k}^{-k+M-1} s_{m(M+P)+P+n} e^{-j \frac{2\pi}{M} nl} \quad (8)$$

Der Term  $H_l = \sum_{k=0}^P h_k \exp(-j \frac{2\pi}{M} kl)$  ist die  $M$ -Punkte FFT des Kanals  $h_k$ , wobei die Koeffizienten  $h_{P+1}$  bis  $h_{M-1}$  Null sind. Wünschenswert wäre nun, wenn Gl. (8) faktorisiertbar ist, d.h. sich in das Produkt der FFT von  $h_k$  und eines weiteren Multiplikanten zerlegen läßt.

Daß sich Gl. (8) tatsächlich multiplikativ zerlegen läßt, ist nicht direkt ablesbar, denn in der zweiten Summe von Gl. (8) kommt ebenfalls der Summationindex  $k$  der ersten Summe vor. Kann gezeigt werden, daß der Wert der zweiten Summe trotzdem unabhängig von  $k$  ist, ist Gl. (8) faktorisiert. Betrachtet man den Ausdruck

$$S_l(k) = \sum_{n=-k}^{-k+M-1} s_{m(M+P)+P+n} e^{-j\frac{2\pi}{M}nl}, \quad (9)$$

so stellt dieser den  $l$ -ten Wert der FFT von der Folge  $s_{m(M+P)+P+n}$ ,  $n = -k, -k+1, \dots, -k+M-1$ , dar. Berücksichtigt man, daß der Wertebereich für  $k$  auf  $0, 1, \dots, P$  limitiert ist, ist aus Gl. (1) ersichtlich, daß die Summationsgrenzen immer im  $m$ -ten Block bleiben. Dadurch, daß der  $m$ -te Sendeblock aus  $[a_{mM}^T \langle a_{mM-P}^{M-1} \rangle a_{mN}^T]$  besteht, wird jeweils über genau eine vollständige Periode  $a_{mM}, a_{mM+1}, \dots, a_{mM+M-1}$  summiert.

In Gl. (9) gilt also, daß  $S_l(k)$  unabhängig von  $k$  ist,  $S_l(k) = S_l$ . Dieser Sachverhalt soll nun anhand eines einfachen Beispiels deutlich gemacht werden. Beispiel:

$$M=3$$

$$P=2$$

$$m=0$$

$$s^T = [a_1 \ a_2 \ a_0 \ a_1 \ a_2]$$

$$S_l(k) = \sum_{n=-k}^{-k+2} s_{2+n} e^{-j\frac{2\pi}{3}nl}$$

$$S_l(0) = s_2 + s_3 e^{-j\frac{2\pi}{3}1l} + s_4 e^{-j\frac{2\pi}{3}2l} = a_0 + a_1 e^{-j\frac{2\pi}{3}1l} + a_2 e^{-j\frac{2\pi}{3}2l}$$

$$S_l(1) = s_1 e^{j\frac{2\pi}{3}1l} + s_2 + s_3 e^{-j\frac{2\pi}{3}1l} \\ = a_2 e^{j\frac{2\pi}{3}1l} + a_0 + a_1 e^{-j\frac{2\pi}{3}1l} = a_0 + a_1 e^{-j\frac{2\pi}{3}1l} + a_2 e^{-j\frac{2\pi}{3}2l} = S_l(0)$$

$$S_l(2) = s_0 e^{j\frac{2\pi}{3}2l} + s_1 e^{j\frac{2\pi}{3}1l} + s_2 \\ = a_1 e^{j\frac{2\pi}{3}2l} + a_2 e^{j\frac{2\pi}{3}1l} + a_0 = a_0 + a_1 e^{-j\frac{2\pi}{3}1l} + a_2 e^{-j\frac{2\pi}{3}2l} = S_l(0)$$

Ausschlaggebend für obige Umformungen ist die Identität  $e^{-j\frac{2\pi}{M}nl} = e^{j\frac{2\pi}{M}(M-n)l}$ .

Gl. (9) ist also die FFT des Blocks  $a_{mM}$ , welcher seinerseits die IFFT des Datenblocks  $A_{mM}$  ist. (9) ist also nichts anderes als das Datum  $A_{mM+l}$ .

Setzt man dieses Ergebnis in Gl. (8) ein, erhält man

$$Y_l = \sum_{k=0}^P h_k e^{-j\frac{2\pi}{M}kl} A_{mM+l}. \quad (10)$$

Wie bereits erwähnt wurde, stellt die verbleibende Summe die FFT der Länge  $M$  des Kanals dar,

$$Y_l = H_l A_{mM+l} \quad \text{mit} \quad H_l = \sum_{k=0}^P h_k e^{-j\frac{2\pi}{M}kl}. \quad (11)$$

Gl. (4) ist also nichts anderes als das  $l$ -te Datum des  $m$ -ten Blocks,  $A_{mM+l}$ , multipliziert mit  $H_l$ , das ist das Spektrum des Kanals  $h_k$  ausgewertet bei der Frequenz  $l\frac{2\pi}{M}$ . In diesem Fall ist eine Entzerrung besonders einfach möglich, jeder Empfangswert  $Y_l$  muß nur mit dem Kehrwert von  $H_l$  multipliziert werden.

Die Transformationslänge  $L$  der FFT ist ident mit der Länge der Datenblöcke  $M$  während die Länge  $P$  des Guard-Intervalls bzw. des zyklischen Prefixes größer oder gleich der Gedächtnislänge des Übertragungskanal ist.

Um das zyklische Prefix des Sendesignals einzusparen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß das Guard-Intervall signalfrei bzw. ohne Prefix übertragen wird, wobei die Demodulation mittels Fourier-Transformation (FFT) mit einer Länge  $L$  erfolgt, die größer oder gleich der Summe der Informationsblocklänge  $M$  und der Länge  $P$  des Guard-Intervalls ist. Das Guard-Intervall kann dabei jeweils vor oder nach einem Informationsblock gesendet werden.

Zunächst werden wie beim bekannten Übertragungsverfahren die zu sendenden Daten  $A_k$ ,  $k=0, 1, 2, \dots$  in Blöcke  $A_{mM}$  der Länge  $M$  zusammengefaßt. Die Modulation erfolgt ebenfalls mittels einer  $M$ -Punkte IFFT,  $a_{mM} = \text{IFFT}_M\{A_{mM}\}$ . Statt in bekannter Weise die letzten  $P$  Werte jedes gesendeten Blockes zyklisch zu wiederholen, werden jetzt leere Guard-Intervalle der Länge  $P$  eingefügt, d.h. in diesen Zeiträumen werden Nullen übertragen. Das Sendesignal lautet in diesem Fall

$$s^T = [a_0 a_1 \dots a_{M-1} 0 0 \dots 0] [a_M a_{M+1} \dots a_{2M-1} 0 0 \dots 0] [\dots] \quad (12)$$

$$= [a_0^T \ 0_P^T \ a_M^T \ \dots \ 0_P^T] \quad (13)$$

$0_P$  ist der Nullvektor der Länge  $P$ . Fig.3 zeigt das auf diese Weise gebildete Sendesignal. Ist das Guard-Intervall  $P$  Symbole lang und werden im Sender je  $M$  Informationssymbole geblockt, so werden die ankommenden Daten  $y_n$  im Empfänger zunächst zu Blöcken der Länge  $M+P$  zusammengefaßt, wie es in Fig.4 gezeigt ist.

$$y_0^T = [y_0 \quad y_1 \quad \dots \quad y_{M+P-1}]$$

$$y_{M+P}^T = [y_{M+P} \quad y_{M+P+1} \quad \dots \quad y_{2(M+P)-1}]$$

$$y_{m(M+P)}^T = [y_{m(M+P)} \quad y_{m(M+P)+1} \quad \dots \quad y_{(m+1)(M+P)-1}]$$

Der Block  $m$  besitzt einen Indizesbereich  $n=m \cdot (M+P), m \cdot (M+P)+1, \dots, (m+1) \cdot (M+P)-1$ . Auf jeden dieser Blöcke der Länge  $M+P$  wird eine FFT mit einer Blocklänge  $L$  von mindestens  $M+P$  angewendet. Das transformierte Signal wird nun im Vektor  $Y_L = \text{FFT}_L\{y_{m(M+P)}\}$  zusammengefaßt.

Die Entzerrung des dispersiven Übertragungskanal erfolgt wie im bekannten Übertragungsverfahren im Frequenzbereich. Nach der Demodulation werden die  $L$  Elemente des Vektors  $Y_L$  durch Abtastwerte des Spektrums des Kanals dividiert. Der daraus resultierende Vektor  $X_L$  ist die  $L$ -Punkte FFT des aktuell gesendeten Datenblocks  $x = [a_{mM} \ a_{mM+1} \ \dots \ a_{mM+M-1}]^T$

$$X_L = \text{FFT}_L \{x\}.$$

Weil im Sender die Modulation mit einer  $M$ -Punkte IFFT erfolgt,

$$x = \text{IFFT}_M \{A_{mM}\},$$

ist die  $M$ -Punkte FFT des aktuellen Sendeblocks  $x$  gleich den gesendeten Daten  $A_{mM}$ . Aus  $X_L$  muß also die  $M$ -Punkte FFT  $X_M = \text{FFT}_M \{x\} = A_{mM}$  berechnet werden.

Die Berechnung des Vektors  $X_M$  aus  $X_L$  ist eindeutig möglich, die Wahl von  $L$  bestimmt aber die Komplexität.

Ist die Gedächtnislänge des Kanals kleiner oder gleich  $M$  ( $P \leq M$ ), so ist es sinnvoll, die Transformationslänge  $L$  der Fourier-Transformation (FFT) gleich der doppelten Informationsblocklänge  $2 \cdot M$  zu wählen ( $L = 2M$ ), wie dies in Fig.5 dargestellt ist. Weil die FFT der Transformationslänge  $2M$  nur an den geradzahigen Indizes ausgewertet werden muß, ist eine sehr effiziente Implementierung möglich. Der zu transformierende Block, welcher ja nur  $M + P$  lang ist, wird durch Anhängen von  $M - P$  Nullen auf  $2M$  verlängert. Für den Block  $m$  erhält man

$$Y_l = \text{FFT}_{2M} \{y_{m(M+P)}\}(l) \quad (14)$$

$$= \sum_{n=0}^{M+P-1} y_{m(M+P)+n} e^{-j \frac{2\pi}{2M} nl} \quad (15)$$

$$= \sum_{n=0}^{M+P-1} \sum_{k=0}^P h_k s_{m(M+P)+n-k} e^{-j \frac{2\pi}{2M} nl} \quad n' = n - k \quad (16)$$

$$= \sum_{k=0}^P h_k \sum_{n'=-k}^{-k+M+P-1} s_{m(M+P)+n'} e^{-j \frac{2\pi}{2M} (n'+k)l} \quad n = n' \quad (17)$$

$$= \sum_{k=0}^P h_k e^{-j \frac{2\pi}{2M} kl} \sum_{n=-k}^{-k+M+P-1} s_{m(M+P)+n} e^{-j \frac{2\pi}{2M} nl} \quad (18)$$

Je nach dem Wert von  $k$  beginnt die Summation über  $n$  für  $k = 0$  bei  $n = 0$  bis zu  $n = -P$  bei  $k = P$ , also  $s_{m(M+P)-P}$  bis  $s_{m(M+P)}$ . All diese Werte bis auf  $s_{m(M+P)}$  sind aber infolge der Nullen im Guardinterval immer ident Null. Die Summation kann daher unabhängig von  $k$  immer bei  $n = 0$  begonnen werden.

Die obere Summationsgrenze kann in Abhängigkeit von  $k$  die Werte  $M-1$  bis  $M+P-1$  annehmen, die zugehörigen Signalelemente sind  $s_{m(M+P)+M-1}$  bis  $s_{m(M+P)+M+P-1}$ .  $s_{m(M+P)+M}$  bis  $s_{m(M+P)+M+P-1}$  fallen aber wieder in ein Guardinterval und sind daher wieder ident Null. Als obere Summationsgrenze kann daher immer  $M-1$  geschrieben werden.

Einsetzen dieser Summationsgrenzen in Gl. (18) liefert

$$Y_l = \sum_{k=0}^P h_k e^{-j \frac{2\pi}{M} kl} \sum_{n=0}^{M-1} s_{m(M+P)+n} e^{-j \frac{2\pi}{M} nl} \quad (19)$$

$$= \text{FFT}_{2M}\{h\}(l) \text{FFT}_{2M}\{a_{mM}\}(l), \quad (20)$$

wobei  $h_k = 0$  für  $k > P$  und  $s_{m(M+P)+n} = 0$  für  $n \geq M$  gilt.  $h$  ist die Impulsantwort des Kanals,  $h^T = [h_0 \ h_1 \ \dots \ h_P]$ . Der Vektor  $a_{mM}$  ist die IFFT der Länge  $M$  des zu übertragenden Datenblocks  $A_{mM}$ , es gilt also

$$Y_l = \text{FFT}_{2M}\{h\}(l) \text{FFT}_{2M}\{\text{IFFT}_M\{A_{mM}\}\}(l). \quad (21)$$

Im folgenden wird der Ausdruck  $\text{FFT}_{2M}\{\text{IFFT}_M\{A_{mM}\}\}(l)$  näher untersucht.

$$\text{FFT}_{2M}\{\text{IFFT}_M\{A_{mM}\}\}(l) = \sum_{k=0}^{M-1} \left( \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} A_{mM+n} e^{j \frac{2\pi}{M} nk} \right) e^{-j \frac{2\pi}{M} kl} \quad (22)$$

$$= \frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{M-1} A_{mM+n} e^{j \frac{2\pi}{M} k(2n-l)} \quad (23)$$

Auswerten des obenstehenden Ausdrucks für geradzahliges  $l = 2r$  liefert

$$\text{FFT}_{2M}\{\text{IFFT}_M\{A_{mM}\}\}(2r) = \frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{M-1} A_{mM+n} e^{j \frac{2\pi}{M} k(2n-2r)} \quad (24)$$

$$= \frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{M-1} A_{mM+n} e^{j \frac{2\pi}{M} k(n-r)} \quad (25)$$

$$= \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} A_{mM+n} \sum_{k=0}^{M-1} e^{j \frac{2\pi}{M} k(n-r)} \quad (26)$$

$$= \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} A_{mM+n} M \delta_n^r \quad (27)$$

$$= \frac{1}{M} A_{mM+r} M = A_{mM+r}. \quad (28)$$

Mit diesem Ergebnis wird Gl. (20) zu

$$Y_{2r} = \text{FFT}_{2M}\{h\}(2r) A_{mM+r} . \quad (29)$$

Die  $2M$  FFT von  $y_{m(M+P)}$  ausgewertet an der Stelle  $2r$  ist also das  $r$ -te Symbol des  $m$ -ten Blockes,  $A_{mM+r}$ , multipliziert mit dem Spektrum des Kanals  $h$  bei der Frequenz  $\frac{2\pi}{2M} 2r$ . Es kann dieselbe Methode zur Entzerrung wie bei Verwendung eines zyklischen Prefixes angewendet werden.

Weil in Gl. (29) nur die geradzahlgigen Indizes von Interesse sind, kann die FFT der Länge  $2M$  in Gl. (14) leicht auf eine FFT der Länge  $M$  zurückgeführt werden. Der Block, auf welchen die FFT der Länge  $2M$  angewendet wird, besitzt eine Länge von  $M + P$ , er wird mit Nullen auf  $2M$  erweitert.

$$\text{FFT}_{2M}\{y_{m(M+P)}\}(2r) = \sum_{n=0}^{2M-1} y_{m(M+P)+n} e^{j\frac{2\pi}{2M} 2nr} \quad (30)$$

$$= \sum_{n=0}^{M-1} y_{m(M+P)+n} e^{j\frac{2\pi}{M} nr} + \sum_{n=M}^{2M-1} y_{m(M+P)+n} e^{j\frac{2\pi}{M} nr} \quad (31)$$

$$= \sum_{n=0}^{M-1} y_{m(M+P)+n} e^{j\frac{2\pi}{M} nr} + \sum_{n=0}^{M-1} y_{m(M+P)+M+n} e^{j\frac{2\pi}{M} (M+n)r} \quad (32)$$

$$= \sum_{n=0}^{M-1} (y_{m(M+P)+n} + y_{m(M+P)+M+n}) e^{j\frac{2\pi}{M} nr} \quad (33)$$

$$= \text{FFT}_M\{y_{m(M+P)}^{<0^{M-1}>} + y_{m(M+P)}^{<2^{M-1}>}\}(r) \quad (34)$$

Wie aus Gl. (34) zu sehen ist, können die geradzahlgigen Indizes einer  $2M$  FFT durch eine FFT der Länge  $M$  berechnet werden. Der einzig zusätzlich entstehende Aufwand besteht in der Addition der beiden Blöcke. Wird berücksichtigt, daß der zweite Block nur  $P$  von Null verschiedene Elemente enthält, sind  $P$  zusätzliche Additionen notwendig.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Übertragung von Daten durch ein Mehrträgerverfahren, z.B. DMT (Discrete Multitone) in einem Übertragungskanal, bei dem die Daten in einem Sender zu Blöcken mit gleicher Anzahl an Informationssymbolen ( $M$ ) zusammengefaßt, durch eine Inverse-Fast-Fourier-Transformation (IFFT) moduliert und übertragen werden, und in einem Empfänger durch Fast-Fourier-Transformation (FFT) demoduliert werden, wobei senderseitig zwischen den Blöcken jeweils ein Guard-Intervall für die empfängerseitige Entzerrung eingefügt und mitübertragen wird, welches Guard-Intervall eine Länge ( $P$ ) aufweist, die größer oder gleich der Gedächtnislänge des Übertragungskanals ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Guard-Intervall signalfrei bzw. ohne Prefix übertragen wird, und daß die Demodulation im Empfänger mittels Fast-Fourier-Transformation (FFT) mit einer Länge ( $L$ ) erfolgt, die größer oder gleich der Summe der Informationsblocklänge ( $M$ ) und der Länge ( $P$ ) des Guard-Intervalls ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der jeweils im Empfänger zu transformierende, die Länge ( $M+P$ ) aufweisende Informationsblock durch Anhängen von Nullen auf die Transformationslänge ( $L$ ) verlängert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Transformationslänge ( $L$ ) der Fast-Fourier-Transformation (FFT) gleich der doppelten Informationsblocklänge  $2 \cdot M$  ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Guard-Intervall jeweils vor oder nach einem Informationsblock gesendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Guard-Intervall ein Nutzsignal, z.B. Pilottöne, übertragen wird.

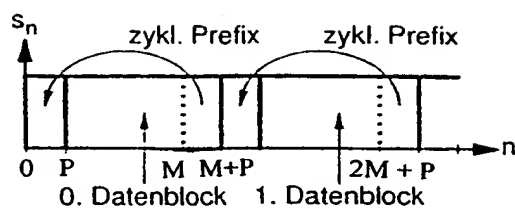


FIG. 1

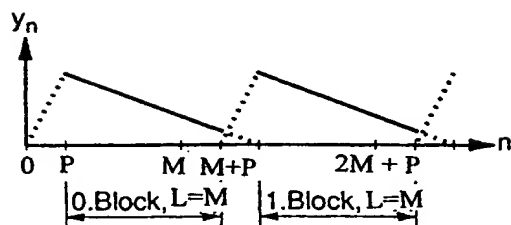


FIG. 2

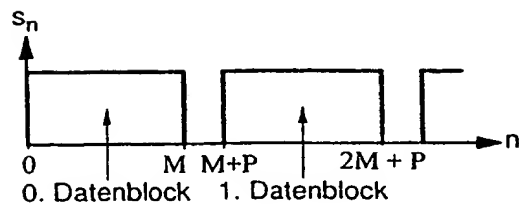


FIG. 3

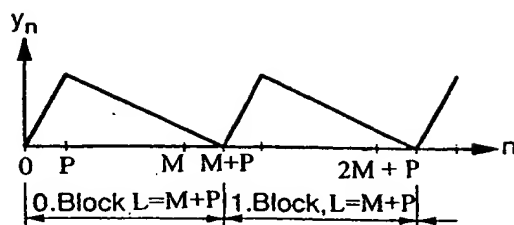


FIG. 4

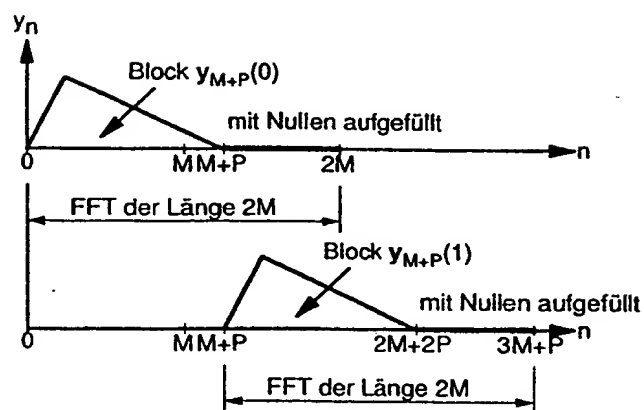


FIG. 5

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :</b> <b>H04L 27/26</b>		<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/38387</b>
			<b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 29. Juni 2000 (29.06.00)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/AT99/00311		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AE, AL, AM, AT, AT (Gebrauchsmuster), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, CZ (Gebrauchsmuster), DE, DE (Gebrauchsmuster), DK, DK (Gebrauchsmuster), DM, EE, EE (Gebrauchsmuster), ES, FI, FI (Gebrauchsmuster), GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KR (Gebrauchsmuster), KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (Gebrauchsmuster), SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
<b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 21. Dezember 1999 (21.12.99)			
<b>(30) Prioritätsdaten:</b> A 2128/98 21. Dezember 1998 (21.12.98) AT			
<b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON [SE/SE]; Telefonvägen 30, S-126 25 Stockholm (SE).			
<b>(72) Erfinder; und</b>			
<b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> BALDEMAIR, Robert [AT/AT]; Anton-Denglergasse 22/22, A-1210 Wien (AT).			
<b>(74) Anwalt:</b> GIBLER, Ferdinand; Dorotheergasse 7, A-1010 Wien (AT).		<b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
<b>(54) Title:</b> METHOD FOR TRANSMITTING DATA BLOCKS WITHOUT PREFIX IN THE GUARD INTERVAL, SAID DATA BLOCKS ARE DEMODULATED BY MEANS OF FFT WITH A LENGTH GREATER OR EQUAL THE SYMBOL PERIOD			
<b>(54) Bezeichnung:</b> VERFAHREN ZUR ÜBERTRAGUNG VON DATENBLÖCKEN OHNE PREFIX IM GUARD-INTERVALL UND DIE MITTELS FFT MIT EINER LÄNGE GRÖßER ODER GLEICH DER SYMBOLDAUER DEMODULIERT WERDEN			
<b>(57) Abstract</b> <p>The invention relates to a method for transmitting data by a multi-carrier method, e.g. DMT (discrete multitone). The data is combined in a transmitter into blocks having the same number of information symbols (M). Said data is modulated and transmitted by an inverse fast Fourier transformation (IFFT) and demodulated in a receiver by a fast Fourier transformation (FFT). An equalising guard interval in the receiver is co-transmitted and fitted into the transmitter between the respective blocks. The guard interval is greater than or equal to the memory length of the transmission channel and is transmitted without any signals or prefix and demodulation is carried out in the receiver by means of fast Fourier transformation (FFT) with a length (L) which is greater than or equal to the sum of the information block length (M) and the length (P) of the guard interval.</p>			
<b>(57) Zusammenfassung</b> <p>Verfahren zur Übertragung von Daten durch ein Mehrträgerverfahren, z.B. DMT (Discrete Multitone), bei dem die Daten in einem Sender zu Blöcken mit gleicher Anzahl an Informationssymbolen (M) zusammengefaßt, durch eine Inverse-Fast-Fourier-Transformation (IFFT) moduliert und übertragen werden, und in einem Empfänger durch Fast-Fourier-Transformation (FFT) demoduliert werden, wobei senderseitig zwischen den Blöcken jeweils ein Guard-Intervall für die empfängerseitige Entzerrung eingefügt und mitübertragen wird, welches Guard-Intervall größer oder gleich der Gedächtnislänge des Übertragungskanals ist, und wobei das Guard-Intervall signalfrei bzw. ohne Prefix übertragen wird und die Demodulation im Empfänger mittels Fast-Fourier-Transformation (FFT) mit einer Länge (L) erfolgt, die größer oder gleich der Summe der Informationsblocklänge (M) und der Länge (P) des Guard-Intervalls ist.</p>			

# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/AT 99/00311

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04L27/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 357 502 A (CASTELAIN DAMIEN ET AL) 18 October 1994 (1994-10-18) column 2, line 26 - line 28 column 5, line 11 - line 14 column 5, line 59 - line 62 column 7, line 48 - line 52 figure 4	1-4
Y		5
Y	EP 0 682 426 A (VICTOR COMPANY OF JAPAN) 15 November 1995 (1995-11-15) column 8, line 30 - line 38 column 9, line 18 - line 20	5
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 May 2000

Date of mailing of the international search report

15/05/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moreno, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/AT 99/00311

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 96 41458 A (THOMSON BRANDT GMBH ;MUSCHALLIK CLAUS (DE); ARMBRUSTER VEIT (DE)) 19 December 1996 (1996-12-19) page 4 figures 3A,3B,3C	1-5
A	WO 98 51049 A (BRITISH BROADCASTING CORP ;MOSS PETER NEIL (GB)) 12 November 1998 (1998-11-12) page 7, line 13 - line 15 page 11, line 3 - line 17	1,3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/AT 99/00311

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5357502	A	18-10-1994	FR 2658018 A	09-08-1991
			DE 69109323 D	08-06-1995
			DE 69109323 T	04-01-1996
			EP 0441732 A	14-08-1991
EP 0682426	A	15-11-1995	JP 2790239 B	27-08-1998
			JP 7327023 A	12-12-1995
			EP 0982907 A	01-03-2000
			EP 0982908 A	01-03-2000
			JP 2874729 B	24-03-1999
			JP 8032546 A	02-02-1996
			US 5732068 A	24-03-1998
			US 5657313 A	12-08-1997
WO 9641458	A	19-12-1996	DE 19520353 A	12-12-1996
			BR 9608613 A	29-06-1999
			CN 1186583 A	01-07-1998
			EP 0830771 A	25-03-1998
			JP 11506590 T	08-06-1999
WO 9851049	A	12-11-1998	AU 7225998 A	27-11-1998
			EP 0979567 A	16-02-2000
			GB 2324936 A	04-11-1998

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 99/00311

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04L27/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 357 502 A (CASTELAIN DAMIEN ET AL) 18. Oktober 1994 (1994-10-18) Spalte 2, Zeile 26 - Zeile 28 Spalte 5, Zeile 11 - Zeile 14 Spalte 5, Zeile 59 - Zeile 62 Spalte 7, Zeile 48 - Zeile 52 Abbildung 4	1-4
Y		5
Y	EP 0 682 426 A (VICTOR COMPANY OF JAPAN) 15. November 1995 (1995-11-15) Spalte 8, Zeile 30 - Zeile 38 Spalte 9, Zeile 18 - Zeile 20	5
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertätiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertätiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Mai 2000

Abschließdatum des internationalen Recherchenberichts

15/05/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Moreno, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 96 41458 A (THOMSON BRANDT GMBH ;MUSCHALLIK CLAUS (DE); ARMBRUSTER VEIT (DE)) 19. Dezember 1996 (1996-12-19) Seite 4 Abbildungen 3A,3B,3C	1-5
A	WO 98 51049 A (BRITISH BROADCASTING CORP ;MOSS PETER NEIL (GB)) 12. November 1998 (1998-11-12) Seite 7, Zeile 13 - Zeile 15 Seite 11, Zeile 3 - Zeile 17	1,3

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die derselben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT 99/00311

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5357502 A	18-10-1994	FR 2658018 A	09-08-1991
		DE 69109323 D	08-06-1995
		DE 69109323 T	04-01-1996
		EP 0441732 A	14-08-1991
EP 0682426 A	15-11-1995	JP 2790239 B	27-08-1998
		JP 7327023 A	12-12-1995
		EP 0982907 A	01-03-2000
		EP 0982908 A	01-03-2000
		JP 2874729 B	24-03-1999
		JP 8032546 A	02-02-1996
		US 5732068 A	24-03-1998
		US 5657313 A	12-08-1997
WO 9641458 A	19-12-1996	DE 19520353 A	12-12-1996
		BR 9608613 A	29-06-1999
		CN 1186583 A	01-07-1998
		EP 0830771 A	25-03-1998
		JP 11506590 T	08-06-1999
WO 9851049 A	12-11-1998	AU 7225998 A	27-11-1998
		EP 0979567 A	16-02-2000
		GB 2324936 A	04-11-1998